

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-047223

(43)Date of publication of application : 21.02.1995

(51)Int.Cl.

B01D 53/32

B01D 53/34

B01D 53/60

B01D 53/74

B01J 19/00

B01J 19/08

C01B 13/11

H05H 1/48

(21)Application number : 05-195689

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 06.08.1993

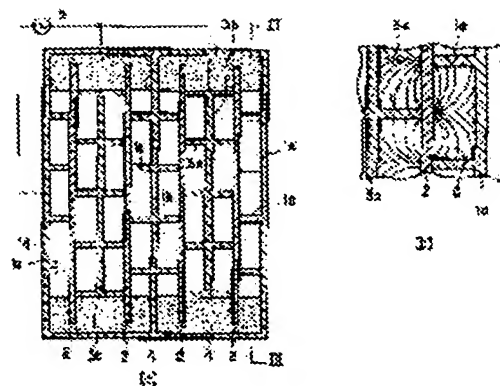
(72)Inventor : NISHIDA SEIICHI  
MURATA MASAYOSHI  
KUDOME OSAO  
SASAGAWA EISHIRO

## (54) ELECTRIC FIELD APPARATUS FOR GAS OXIDATION

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide an electric field apparatus for gas oxidation which can generate a uniform plasma regardless of properties of a gas to be treated.

CONSTITUTION: By arranging projections 1a and 3a and 1c and 3a of electrodes with the same shape in such a way that they are shifted and not neighbor with each other e.g. on the right side and the left side of a dielectric 2, creeping discharge is generated on the face of the opposite side to the face where the dielectric 2 is brought into contact with the projections 1a, 1c and 3a, namely, the surface of the dielectric with which the electrode is not brought into contact. At the same time, as electrodes 1a, 1d, 1b, 1c, 3a and 3b are arranged to the creeping discharge generating face and an electric voltage being the same polarity as that of the creeping discharge generating face is applied, a space between the creeping discharge generating face and the electrodes arranged so as to surround it, namely, the inside of a cylindrical gas flow path is turned to a glow discharge plasma condition.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

特開平7-47223

(43) 公開日 平成7年(1995)2月21日

(51) IntCl.<sup>8</sup>B 0 1 D 53/32  
53/34  
53/60

識別記号

Z A B

庁内整理番号

8014-4D

F I

技術表示箇所

B 0 1 D 53/ 34

Z A B Z

1 3 2 A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平5-195689

(22) 出願日

平成5年(1993)8月6日

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 西田 聖一

長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

(72) 発明者 村田 正義

長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

(72) 発明者 久留 長生

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工

業株式会社長崎造船所内

(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外1名)

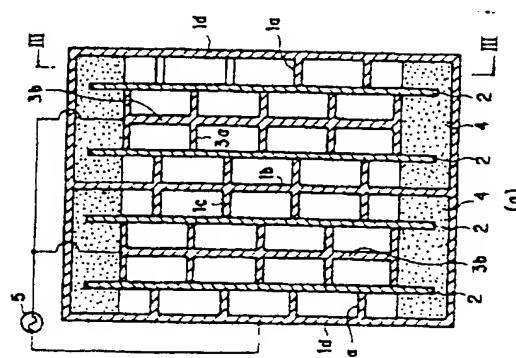
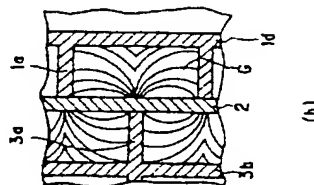
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気体酸化用電界装置

(57) 【要約】

【目的】 処理ガスの性状によらず均一のプラズマを発生させる気体酸化用電界装置を提供する。

【構成】 同一形状の電極の突起1aと3a, 1cと3aを例えば誘電体2の右側と左側で互いに隣り合わないようにならして配設することにより、誘電体2と突起1a, 1c, 3aが接触している面の反対側の面すなわち、電極が接触していない誘電体表面において沿面放電を発生させる。同時に、上記沿面放電発生面に対して電極1a, 1d, 1b, 1c, 3a, 3bが配設されている、その沿面放電発生面と同極性の電圧が印加されることから、沿面放電発生面とそれを取り囲むように設置された電極との間の空間すなわち、管状のガス通路内部はグロー放電プラズマ状態となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 角筒状の外枠の左右側壁より内部に向つて上下に複数段の櫛状突起を有する第1電極と、

上記外枠の内部を左右複数個に仕切る隔壁より左右両側に上記第1電極の櫛状突起と対応する複数段の櫛状突起を有する第1櫛歯状電極と、

平壁の左右両側に上記第1電極及び第1櫛歯状電極それぞれの櫛状突起と互い違いにずれた位置にあつて複数段の櫛状突起を有する第2櫛歯状電極と、

上記第1電極と第2櫛歯状電極とのそれぞれの櫛状突起に接触してその間に位置し及び上記第1櫛歯状電極と第2櫛歯状電極とのそれぞれの櫛状突起に接触してその間に位置する誘電体とを有し、

上記第1電極及び第1櫛歯状電極と第2櫛歯状電極との間に異なる極性の電圧を印加した気体酸化用電界装置。

【請求項2】 円筒状の外枠の内周壁より内部中心に向つて複数個の放射状突起を有する第1電極と、

この第1電極の放射状突起の先端内部に外周壁が接触する円筒状の第1誘電体と、

この第1誘電体の内側にあつて円筒状で外周壁及び内周壁双方に放射状突起を有し外周壁側の隣り合う放射状突起間の円弧距離を等しく採ると共に上記外周壁側の放射状突起とその外側の電極の放射状突起とを互い違いにずれた位置関係とし内周壁側の隣り合う放射状突起間の円弧距離を等しく採り更には上記外周壁の放射状突起先端が円筒状誘電体の内周壁と接触する1段又は複数段の第2電極と、

この第2電極の内周壁の放射状突起に外周壁が接触する円筒状の第2誘電体と、

上記第2誘電体の内周壁に放射状突起の先端が接触しこの放射状突起の基端を全てひとまとめにし隣り合う放射状突起の円弧距離を等しくしかもこの放射状突起と上記第2電極の内周壁の放射状突起とを互い違いにずれた位置関係におく第3電極とを有し、

上記誘電体を挟んで隣り合う電極には異なった極性を印加するようにした気体酸化用電極。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

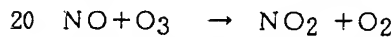
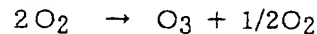
【産業上の利用分野】 本発明は $O_2$ を酸化して $O_3$ を製造し、脱臭や燃焼効率改善を行う装置、または $NO_x$ や $SO_x$ を酸化して脱硝・脱硫を行う排ガス処理装置などに適用される気体酸化用電界装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図7及び図8は従来から用いられている気体酸化用電界装置の説明図である。この装置により例えばガス焚きボイラの排ガス中の $NO_x$ を処理する場合を例にとり説明する。図7において101は従来の気体酸化用電界装置の反応容器であり、正方形の断面を有する通路が飛行に隣りあつて配設されており、アルミナ磁器、窒化珪素磁器、ジルコニア磁器など絶縁性のセラミ

ックスからなるハニカム構造体を形成する。このハニカム構造体の一つの管状通路について説明すると、これは102, 103, 104, 105の四つの連続した内壁により構成され、展開すれば図8のようになる。また内壁102, 103, 104, 105は境界線106, 107, 108, 109によって $90^\circ$ に折り曲げられた構造をなす。内壁102の一端110に電源127に連なる端子111, 112と続いてタングステンなどの導電膜からなるコロナ放電極113, 114が互いに等間隔かつ平行に内壁102, 103, 104, 105の表面に連続して設置されている。

【0003】 このような構成の反応容器101の内部にガス焚きボイラの排ガスを導入しつつ上記コロナ放電極113と114の間にパルス巾が1ns~1000ns程度のパルス高電圧を印加するとその内壁表面近傍にはパルスコロナ放電を発生して排ガスをプラズマ化する。そうするとプラズマ化された排ガス中では下記化学反応が起こる。



上記化学反応式は排ガス中に含まれる $O_2$ 分子がプラズマにより $O_3$ になり、さらに $O_3$ が有害成分である $NO$ を酸化させて $NO_2$ にすることを示す。ここで生成された $NO_2$ はアルカリ洗浄による還元や吸着剤で吸着することにより容易に除去または無害化处理することができる。したがって、コロナ放電極113, 114を管状通路内壁102, 103, 104, 105に設けることができるので立体的な構造となっても大きな場所を要せず小型で能力の大きい気体酸化用電界装置として脱臭や燃焼を伴う各種装置の燃焼効率改善、または各種燃焼を伴う装置から排出される排ガス中の $NO_x$ や $SO_x$ を除去する排ガス処理装置等に適用されつつある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の装置では下記のような欠点があり、実用化が非常に困難であるという問題点があった。

(1) 電極と電極の間には空間のみ存在する構造なので、例えばガス中の水分が多い場合や管状通路内壁102, 103, 104, 105に水滴がある場合には電極間の絶縁強度が極端に低下し、アーク放電が発生してプラズマが不均一となり処理できなくなることがある。したがって被処理ガスの性状(水分、油分など)の影響を受けやすい。

(2) ハニカム構造体の管状通路内壁102, 103, 104, 105には放電電極としてタングステンなどの導電性の膜が使用されているが、その成膜や給電などのコストが非常に高い。

(3) 誘電体としてハニカム構造体のセラミックスを使用しているが、その構造上メンテナンスが困難であり、万一ハニカム構造体の一部が破損した場合にはそれを全

部交換しなければならないので、保守コストが非常に高い。

【0005】本発明は、上述の問題に鑑み、従来の如き電極となるラインを被着することなく誘電体の一部が破損しても全部の交換をする必要がない均一のプラズマを発生する気体酸化用電界装置の提供を目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成する本発明の構成は、(1)角筒状の外枠の左右側壁より内部に向って上下に複数段の棚状突起を有する第1電極と、上記外枠の内部を左右複数個に仕切る隔壁より左右両側に上記第1電極の棚状突起と対応する複数段の棚状突起を有する第1櫛歯状電極と、平壁の左右両側に上記第1電極及び第1櫛歯状電極それぞれの棚状突起と互い違いにずれた位置にあって複数段の棚状突起を有する第2櫛歯状電極と、上記第1電極と第2櫛歯状電極とのそれぞれの棚状突起に接触してその間に位置し及び上記第1櫛歯状電極と第2櫛歯状電極とのそれぞれの棚状突起に接触してその間に位置する誘電体とを有し、上記第1電極及び第1櫛歯状電極と第2櫛歯状電極との間に異なる極性の電圧を印加したことを特徴とし、また、(2)円筒状の外枠の内周壁より内部中心に向って複数個の放射状突起を有する第1電極と、この第1電極の放射状突起の先端内部に外周壁が接触する円筒状の第1誘電体と、この第1誘電体の内側にあって円筒状で外周壁及び内周壁双方に放射状突起を有し外周壁側の隣り合う放射状突起間の円弧距離を等しく採ると共に上記外周壁側の放射状突起とその外側の電極の放射状突起とを互い違いにずれた位置関係とし内周壁側の隣り合う放射状突起間の円弧距離を等しく採り更には上記外周壁の放射状突起先端が円筒状誘電体の内周壁と接触する1段又は複数段の第2電極と、この第2電極の内周壁の放射状突起に外周壁が接触する円筒状の第2誘電体と、上記第2誘電体の内周壁に放射状突起の先端が接触しこの放射状突起の基端を全てひとまとめにし隣り合う放射状突起の円弧距離を等しくしかもこの放射状突起と上記第2電極の内周壁の放射状突起とを互い違いにずれた位置関係におく第3電極とを有し、上記誘電体を挟んで隣り合う電極には異なった極性を印加するようにしたことを特徴とする。

【0007】

【作用】誘電体の表裏に位置ずれた棚状突起や放射状突起を備えているため、突起が接触する誘電体表面のその裏面側において沿面放電が発生されると共に、この沿面放電発生面をとり囲むように突起や壁が備えられて沿面放電発生面と同極性の電圧が印加されるため、ガス通路内部はグロー放電プラズマ状態となる。すなわち、誘電体の両側に異なる極性の電圧を発生させ誘電体表面の沿面放電によりグロー放電プラズマを誘発させるため、放電開始電圧は誘電体の厚さや電極間距離に支配され、電極間は被処理ガスの性状の影響を受けにくく、また誘

電体の取り外しが容易となってメンテナンスが簡単である。しかも電極は膜でなく製造が容易でコストが大幅に低い。

【0008】

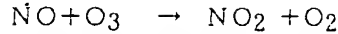
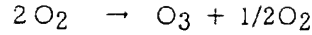
【実施例】ここで、本発明の実施例を図1～図3を参照して説明する。図1は第1実施例の電界装置の外観図、図2は電極構造の正面図、図3は電極構造の側断面図である。角筒状である外枠1の左右両側壁1dにはその内部に上下にわたり複数段の棚状突起1aが設けられている。更に、外枠1と一体で左右中央部に隔壁1bを有し、この隔壁1bの左右両側に上記側壁1dの棚状突起1aと対応する複数段の棚状突起1cが設けられている。そして、この外枠1及び棚状突起1aが第1電極を構成し、隔壁1bと棚状突起1cが第1櫛歯状電極を構成して、例えばアルミニウムやステンレス鋼等の導体で形成される。他方、第1電極と第1櫛歯状電極との間には、第2櫛歯状電極が備えられる。この第2櫛歯状電極は外枠1の側壁1dや隔壁1bと平行な平壁3bとこの平壁3bに上下に複数段形成された棚状突起3aとからなり、この棚状突起3aは、棚状突起1d、1cの上下位置とずれた位置となるように形成されている。そして、第1電極と第2櫛歯状電極との双方の棚状突起1d、3aにそれぞれに接触するように、例えばガラスやセラミックスなどの絶縁材料からなる誘電体2が仕切りとなるよう配置され、また第1櫛歯状電極と第2櫛歯状電極との双方の棚状突起1c、3aそれぞれ接触するように同様の誘電体2が配置されている。外枠1の上下内側であって、第2櫛歯状電極を上下に固定しかつ誘電体2を上下に固定するスペーサである絶縁体4が配置され例えばセラミックスやガラスなどの絶縁材料からなる。電源5は、例えば周波数数十Hz～数十KHzで電圧数KV～数十KVの正弦波やパルス波などの交番電圧が第1電極、第1櫛歯状電極と第2櫛歯状電極との間に印加され、プラズマ発生用の電力を供給する。

【0009】さて、第1電極及び第1櫛歯状電極の内部に例えばガス焚きボイラの排ガスを導入しつつ、第1電極、第1櫛歯状電極と第2櫛歯状電極との間に電源5からプラズマ発生用の電力を供給すると、それらの電極と誘電体2との間の空間すなわち管状通路内部には図2

(b)に示す縞模様のようなグロー放電プラズマGが発生する。このプラズマは第1電極や第1櫛歯状電極と第2櫛歯状電極の棚状突起1a、1c、3aの先端と誘電体2との接触面近傍から放電を開始し、これら電極と誘電体2とを内壁とする管状通路内の空間のガス全体に放電が誘発する。

【0010】したがって、第1電極、第1櫛歯状電極の内部導入されたガスは、その内部でほぼ均一なプラズマ状態となり、排ガス中の $\text{NO}_x$ 、 $\text{N}_2$ 、及び $\text{O}_2$ などのガス分子は励起及び解離させられて化学的に活性な状態となる。その結果、以下に述べる反応がひき起こされ

る。

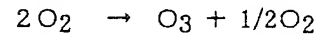


上記の反応式は第1電極、第1櫛歯状電極に導入された $\text{NO}_x$ の主成分である $\text{NO}$ が $\text{NO}_2$ に酸化処理されることを示す。通常、ガス焚きボイラの排ガス処理を行う場合、排ガス浄化処理の対象となるものは $\text{NO}_x$ であるが、その主成分は $\text{NO}$ である。 $\text{NO}$ は反応性に乏しくその処理が難しいが、上述のように $\text{NO}_2$ に酸化するとアルカリ洗浄による還元や吸着剤により吸着剤する方法などにより容易に無害化処理できる。また、誘電体を極性の異なる電極間に設置し、その異なる極性の電極が誘電体をはさんで隣り合わないようにならずに配設されるので、誘電体表面から放電開始し、誘電体内部での電界集中も少い。したがって放電電極間は誘電体により常に絶縁されているので、ガス中の水分や油分などの影響を受けるとなく安定したプラズマ状態を維持することができる。さらに管状通路内壁の四つの面は、一つの面が誘電体、他の三面が同電位の導体で囲まれる構造となっており、電界強度分布を平坦化してプラズマを均一にする作用がある。また、本実施例の電界装置を多数並列に接続したり、あるいは、櫛状突起及び誘電体を縦方向に延長して管状通路の数を増やすことにより処理量を増大させることができるので大容量化も容易である。しかも電極構造は金属製の櫛歯状電極の内部に誘電体を差込む形式の簡単なものであり、誘電体のメンテナンスが容易であり、製造コストも低い。

【0011】本発明に係る第2実施例を図4、図5及び図6により説明する。図4は第2実施例の電界装置を示す図である。図5は電極構造の正面図で開口断面を示す図、図6は電極構造の側断面を示すものである。第1の電極は、円筒状の外壁11bの内側に周方向等間隔で放射状突起11aが複数突出する構造を有する。第1の誘電体21は、円筒状をなし、隔壁にもなっていて、その外側には第1の電極の放射状突起11aの先端が接触している。第2の電極は、円筒状の隔壁12bの外側には周方向等間隔で放射状突起12aが複数突出して、また隔壁12bの内側にも周方向等間隔で放射状突起12cが複数突出している。この複数の放射状突起12cはその内側の第2の誘電体22の外側に接触している。なお、隔壁12bの外側に突出した放射状突起12a及びその内側に突出した放射状突起12cにおいて、それぞれの隣り合う突起、例えばある突起12aからその隣りの突起12aまでの距離はそれらの先端から先端迄の円弧距離が等しくなっている。そのため、隔壁12bの外側と内側において突起12aの数よりも突起12cの数が少なくなっている。第2の誘電体22は、円筒状をなし、隔壁にもなっていて、その外側には第2の電極の放射状突起12cが複数接触しており、隔壁の内側には第3の電極の複数の突起13aが接触している。第3の

電極は、複数の放射状突起13aを一方の端部で接触し、他方の端すなわち先端は第2の誘電体22の内側に接触しており、それらの突起13aの先端どうしの間隔はそれらの円弧距離が等しくなるよう配置されている。また、第1の誘電体21及び第2の誘電体22をはさむ突起（例えば11aと12a、12cと13a）はそれぞれが隣り合わないようずれて配置されている。さらに、各放射状突起の配置は、隣り合う平板の先端どうしの円弧距離がほぼ一定になっているし、各放射状突起の突出長さも一定である。こうして、図5のように多数の扇状の開口断面が形成される。なお、第1、第2、及び第3の電極は、アルミニウムやステンレス鋼などの金属材料（導体）で形成され、第1及び第2の誘電体（21及び22）はガラスやセラミックスなどの絶縁材料で形成される。5は電源であり、その一方の端子には第1の電極及び第3の電極が接続され、他方の端子には第2の電極が接続されている。

【0012】この円筒状の電極内部に例えばガス焚きボイラの排ガスを導入しつつ、電源5から上記電極に電力を供給すると、扇状の断面をした管状通路内部にはグロー放電プラズマが発生し、その結果以下に述べる反応が引き起こされる。



上記の反応式は第1の電極に導入された $\text{NO}_x$ の主成分である $\text{NO}$ が $\text{NO}_2$ に酸化処理されることを示す。なお、第2実施例は前記第1実施例の平板状の誘電体を円筒状に置き換えたものであるが、プラズマ発生の原理は第1及び第2実施例ともに共通しており、 $\text{NO}_x$ 酸化処理の性能は同等である。本実施例では $\text{NO}_x$ 酸化処理について説明したが、 $\text{O}_3$ 生成や $\text{CO}$ の $\text{CO}_2$ への酸化処理等にも適用可能である。なお、第1、第2実施例共、さらに多段に形成できる。

【0013】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、コンパクトかつ低コストで気体の酸化処理装置を実現することができる。しかもメンテナンスが簡単で大容量化も容易であるので、 $\text{O}_2$ を酸化して $\text{O}_3$ を製造し脱臭や燃焼効率改善を行う装置や $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_x$ 、 $\text{CO}$ などを酸化して脱硝・脱硫等の排ガス処理を行う装置などの気体酸化用電界装置として産業上の価値が著しく高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の斜視図。

【図2】第1実施例の正面図。

【図3】図2のIII-III断面図。

【図4】第2実施例の斜視図。

【図5】第2実施例の正面図。

【図6】図5のVI-VI断面図。

【図7】従来例の斜視図。

【図8】図7の展開図。

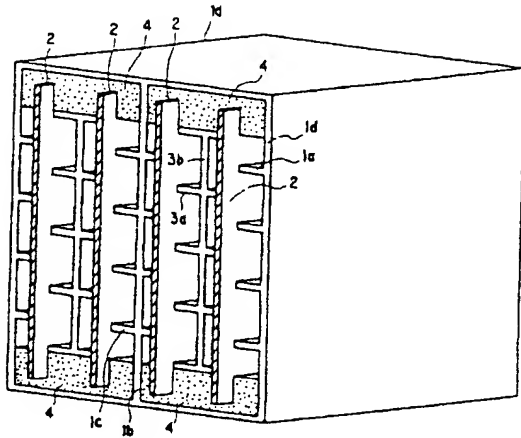
## 【符号の説明】

a, 1c, 3a 棚状突起  
 1b 隔壁  
 1d 側壁  
 2 誘電体  
 3b 平壁

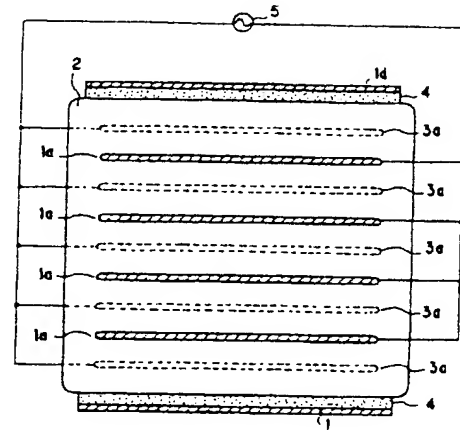
## 5 電源

11a, 12a, 12c, 13a 放射状突起  
 11b 外壁  
 12b 隔壁  
 21, 22 誘電体

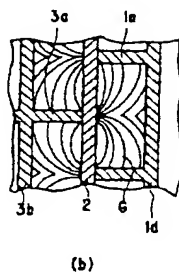
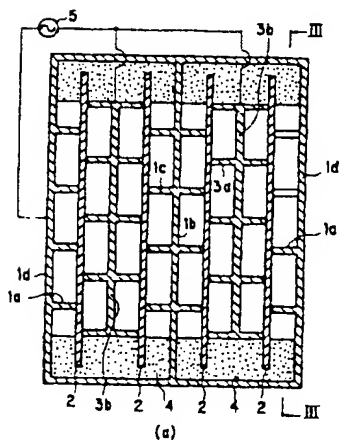
【図1】



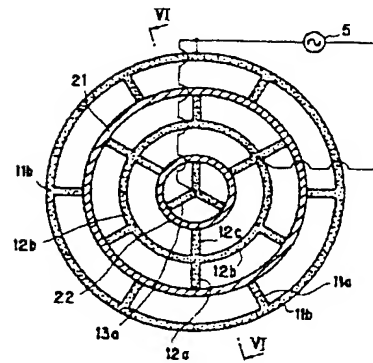
【図3】



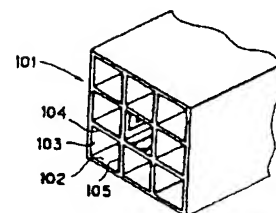
【図2】



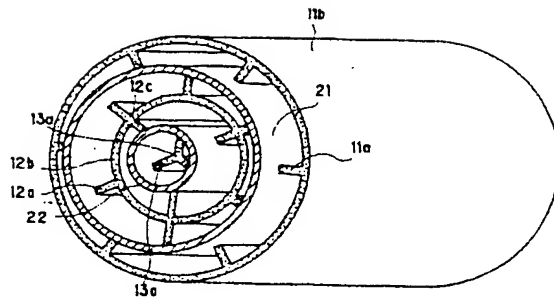
【図5】



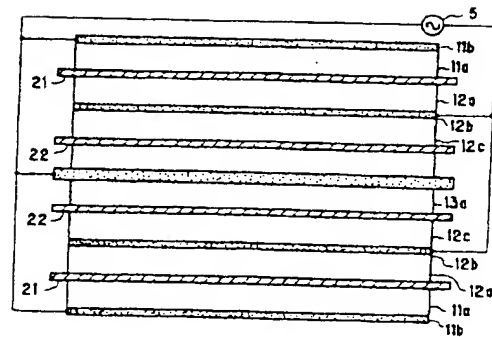
【図7】



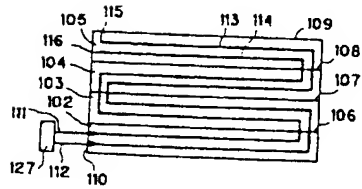
【図 4】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.6

B 0 1 D 53/74

B 0 1 J 19/00

19/08

C 0 1 B 13/11

H 0 5 H 1/48

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 8822-4G

Z 8822-4G

A

9014-2G

(72)発明者 笹川 英四郎

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工  
業株式会社長崎造船所内